

Position monitoring system for moving objects, has evaluation unit that localizes position of object in monitored region based on data obtained using radiation source on camera and reflectors on object

Publication number: DE10026711

Publication date: 2001-12-06

Inventor: WUESTEFELD MARTIN (DE); JAKSIC ZELJKO (DE)

Applicant: SICK AG (DE)

Classification:

- international: **B25J9/16; G01S5/16; G05D1/02; B25J9/16; G01S5/00; G05D1/02;** (IPC1-7): B25J19/06; G05D3/12; G01V8/10

- european: B25J9/16S1; G01S5/16; G05D1/02E6B; G05D1/02E6V

Application number: DE20001026711 20000530

Priority number(s): DE20001026711 20000530

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10026711

The position monitoring system (1) has a camera (10) for detecting an object (20) within a monitored region. An evaluation unit (12) receives and processes camera output to localize the position of the object in the monitored region. A radiation source (11) in the camera housing transmits and receives data to and from the coded reflectors (15a,15b) installed on the object. An Independent claim is also included for monitoring position of moving object within monitored region.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 26 711 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
G 01 V 8/10
// G05D 3/12, B25J
19/06

⑳ Aktenzeichen: 100 26 711.4
㉔ Anmeldetag: 30. 5. 2000
㉕ Offenlegungstag: 6. 12. 2001

DE 100 26 711 A 1

㉑ Anmelder:
Sick AG, 79183 Waldkirch, DE

㉒ Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

㉓ Erfinder:
Wüstefeld, Martin, 79350 Sexau, DE; Jaksic, Zeljko,
79312 Emmendingen, DE

㉔ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	198 41 394 A1
DE	196 00 958 A1
DE	42 05 406 A1
DE	41 15 846 A1
US	59 23 417 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉕ **Positionsüberwachungssystem**

㉖ Die Erfindung betrifft ein System zur Überwachung der Position zumindest eines beweglichen Objektes innerhalb eines Überwachungsbereiches mit zumindest einer Kamera zur Aufnahme von Bildern des Überwachungsbereiches und des darin befindlichen Objektes, einer dieser zugeordneten Auswerteeinheit zur Verarbeitung der aufgenommenen Bilder und zur Lokalisierung der Position des Objektes im Überwachungsbereich, zumindest einer, der Kamera zugeordneten, insbesondere im Kameragehäuse vorgesehenen Strahlungsquelle, sowie mindestens einem codierten, auf dem Objekt angebrachten Reflektor.

DE 100 26 711 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zur Überwachung der Position zumindest eines beweglichen Objektes innerhalb eines Überwachungsbereiches mit zumindest einer Kamera zur Aufnahme von Bildern des Überwachungsbereiches und des darin befindlichen Objektes, und einer dieser zugeordneten Auswerteeinheit zur Verarbeitung der aufgenommenen Bilder und zur Lokalisierung der Position des Objektes im Überwachungsbereich. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Überwachungssystems.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind diverse Vorrichtungen zur Lokalisierung eines Gegenstandes in einem zu überwachenden Bereich bekannt. Ein Teil dieser Vorrichtungen verwendet Bildgebungsverfahren unter Verwendung einer Kamera, um anhand der von dieser erzeugten Abbildung des Überwachungsbereiches mit dem darin befindlichen Gegenstand mittels geeigneter Auswerteverfahren ein Objekt im Überwachungsbereich zu lokalisieren.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, Vorrichtungen und Verfahren der genannten Art dahingehend zu verbessern, daß die Erkennung und Lokalisierung von sich bewegenden Objekten in einem Überwachungsbereich zuverlässiger und präziser gestaltet wird, und ferner Möglichkeiten bereitzustellen, mittels eines aus unterschiedlich miteinander kombinierbaren Komponenten aufgebauten Systems verschiedenartige Überwachungsaufgaben ausführen zu können.

[0004] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 1 und insbesondere durch zumindest eine, der Kamera zugeordnete, insbesondere im Kameragehäuse vorgesehene Strahlungsquelle, sowie mindestens einen codierten, auf dem Objekt angebrachten Reflektor.

[0005] Das Versehen eines Objektes mit einem codierten Reflektor ermöglicht eine Erfassung des Objektes durch eine Kamera über ein vordefiniertes, klar von der Kamera erkennbares Reflexionsmuster, das durch von der Strahlungsquelle ausgesandte und vom Reflektor reflektierte Strahlung am Sensor der Kamera erzeugt wird. So kann die Auswerteeinheit des Systems über das Abbild des Objektes mit seinem Reflektor für jede Objektlage bzw. Reflektorlage zweifelsfrei die zugehörige Position des Objektes im Überwachungsbereich zuordnen. Eine Strahlungsquelle zur Beleuchtung des Reflektors, die prinzipiell auch entfernt von der Kamera vorgesehen sein kann, bietet eine größere Unabhängigkeit von den Strahlungs- bzw. Lichtverhältnissen, die in der Umgebung des zu überwachenden Objektes vorherrschen. Auf diese Weise werden die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit der Erkennung des Objektes im Überwachungsbereich gegenüber einem System ohne Strahlungsquelle und Reflektor erhöht.

[0006] Insbesondere dann, wenn mit retroreflektierenden Elementen versehene Reflektoren verwendet werden, d. h. Reflektoren, die einfallende Strahlung unter annähernd dem Einfallswinkel reflektieren, ist es zweckmäßig, die Strahlungsquelle in das Kameragehäuse zu integrieren. Bei dieser Anordnung fallen dann die von der Strahlungsquelle in Richtung des Reflektors ausgesandten Strahlen weitgehend mit den vom Reflektor in Richtung der Kamera reflektierten Strahlen zusammen. So können Fremdstrahlungseinflüsse auf das Detektionsergebnis stark reduziert werden.

[0007] Die Strahlungsquelle sendet bevorzugt Strahlung in einem engen Wellenlängenbereich, insbesondere in einem Bereich kleiner als 100 nm, aus. Da konstante Strahlung in einem vordefinierten Wellenlängenbereich, auf den der Kamerasensor besonders empfindlich ist, zur Kamera reflektiert wird, wirken sich von außen kommende, veränderliche Strahlungsverhältnisse im Überwachungsbereich nicht

nachteilig auf das Objekterkennungsvermögen der Kamera aus. Als Strahlungsquelle kommen z. B. LEDs oder Laserdioden in Frage.

[0008] Es ist bevorzugt, daß der Reflektor eine aus reflektierenden bzw. nicht reflektierenden Segmenten gebildete, räumlich gekrümmte, insbesondere halbkugelförmige Reflektorfläche und/oder eine aus mehreren ebenen, in unterschiedlichen räumlichen Lagen angeordneten Flächen bestehende Reflektorfläche aufweist. Eine dergestalt dreidimensional ausgebildete Oberfläche des Reflektors garantiert, daß in jeder Lage des überwachten Objektes hinreichend Strahlung zur Kamera reflektiert wird, um eine sichere Erkennung des Objektes zu gewährleisten.

[0009] Ist an einem überwachten Objekt ein einzelner Reflektor mit einer einfachen Codierung angebracht, wie beispielsweise ein Reflektor mit einem runden oder quadratischen, nicht reflektierenden Innenbereich und einem diesen umgebenden reflektierenden Bereich, läßt sich über die Lage des Abbilds des Reflektors auf dem von einer Kamera erzeugten Bild eine reale Position des Reflektors und somit des überwachten Objektes im Überwachungsbereich errechnen. Weist der Reflektor eine Gestalt mit einer komplexeren Codierung auf, wie z. B. einem Barcode, läßt sich außerdem die Ausrichtung des Objektes ermitteln. Zur Codierung des Reflektors ist alternativ oder zusätzlich auch dessen äußere Kontur verwendbar, die ebenfalls eine Erkennung der Objektausrichtung gestattet.

[0010] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind je überwachtem Objekt zwei codierte Reflektoren vorgesehen. Die Lage der auf dem Kamerabild erzeugten Abbildung der beiden Reflektoren gibt in Verbindung mit weiteren Parametern, wie der Anbaulage der Kamera, Auskunft über sowohl die Position als auch die Ausrichtung des Objektes im Überwachungsbereich. Die Projektion des Abstandes zwischen den beiden Reflektoren auf die Bildebene der Kamera kann zusätzlich zur Berechnung der Position und Ausrichtung des Objektes herangezogen werden, wodurch eine Plausibilitätsprüfung vorgenommen werden kann und die Sicherheit bei der Erfassung des Objektes erhöht wird.

[0011] Eine Weiterbildung des Systems umfaßt, daß zumindest eine Kamera ortsfest und zumindest eine weitere Kamera beweglich montiert ist, oder daß alle Kameras ortsfest sind, oder daß alle Kameras beweglich sind. Die Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten beweglich oder ortsfest angeordneter Kameras erschließt dem erfindungsgemäßen Positionsüberwachungssystem ein breites Anwendungsgebiet von Überwachungsaufgaben sowohl in einem räumlich eng begrenzten Bereich, wie beispielsweise in einem festgelegten Arbeitsbereich eines Roboters, als auch in einem weit ausgedehnten Bereich, wie beispielsweise einem ganzen Werkgelände.

[0012] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist zumindest eine Kamera zur Überwachung der Bewegung des Objektes in einer Ebene und zumindest eine weitere Kamera zur Überwachung der Bewegung des Objektes in einer dritten Dimension vorgesehen. Unter Verwendung von zwei Kameras läßt sich die Position eines Objektes in drei Dimensionen erfassen.

[0013] Es ist bevorzugt, daß zumindest eine Kamera bezogen auf den Objektbereich ein höheres Auflösungsvermögen als die anderen Kameras besitzt. Damit kann eine Kamera mit geringer Auflösung aber großem Blickfeld zur Groberfassung des Objektes im Überwachungsbereich dienen, wohingegen weitere Kameras mit hoher Auflösung und kleinem Blickfeld Detailüberwachungsaufgaben übernehmen. Das unterschiedliche Auflösungsvermögen kann durch verschiedene Kameras oder durch verschiedene Objektive oder Objektiveinstellungen erzielt werden.

[0014] Es ist dabei insbesondere bevorzugt, daß eine ortsfeste Kamera mit niedrigerer Auflösung und eine mit dieser gekoppelte bewegliche Kamera mit höherer Auflösung vorgesehen sind, wobei die Kamera mit höherer Auflösung abhängig von einer über die ortsfeste Kamera erfaßten Objektposition auf ein erfaßtes Objekt nachführbar ist, wobei der Überwachungsbereich der beweglichen Kamera eine Teilmenge des Überwachungsbereiches der ortsfesten Kamera bildet. Auf diese Weise findet eine Aufgabenteilung zwischen der Kamera mit niedriger Auflösung und der beweglichen Kamera mit hoher Auflösung statt, die es erlaubt, daß die jeweilige Kamera eine ihrer Auflösung entsprechende Überwachungsfunktion ausführt, was dazu führt, daß eine hochauflösende Objekterfassung in einem großen Überwachungsbereich vorgenommen werden kann. Es ist so möglich, sowohl das Objekt in einem großen Bewegungsbereich zu lokalisieren, als auch Details des Objekts oder seiner Bewegung mit hoher Auflösung zu erfassen.

[0015] Bei einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel sind mehrere Kameras zur Verfolgung der Bewegung des Objektes im Überwachungsraum miteinander gekoppelt, wobei die Überwachungsbereiche der einzelnen Kameras sich teilweise überlappen oder direkt aneinander angrenzen. Über Verkettung mehrerer Kameras läßt sich ein praktisch unbegrenzt großer Überwachungsbereich erschließen, der nur durch die Anzahl der verwendeten Kameras begrenzt ist.

[0016] Dabei ist es bevorzugt, daß die Kameras derart miteinander gekoppelt sind, daß eine nachfolgende Kamera abhängig von einer über eine vorhergehende Kamera erfaßten Objektposition auf ein in den Überwachungsbereich der nachfolgenden Kamera eintretendes Objekt nachführbar ist. Auf diese Weise läßt sich ein Objekt, das sich durch die Überwachungsbereiche mehrerer Kameras hindurch bewegt, nahtlos verfolgen. Die Erschließung eines ausgedehnten Überwachungsbereiches kann mit einem geringen Aufwand an Kameras vorgenommen werden, da über das gezielte Nachführen einer Kamera auf ein Objekt in Abhängigkeit von einer anderen Kamera vermieden wird, daß Bereiche überwacht werden, von denen momentan auszuschließen ist, daß sich das Objekt in diesen bewegen wird.

[0017] Es ist zweckmäßig, daß zumindest ein optisches Filter zur Reduktion von Fremdstrahlungseinflüssen an dem Reflektor und/oder der Kamera und/oder der Strahlungsquelle vorgesehen ist, um Fremdstrahlungseinflüsse auszuschließen.

[0018] Die Erfindung umfaßt auch ein Verfahren zur Überwachung der Position zumindest eines beweglichen Objektes innerhalb eines Überwachungsbereiches, bei dem das sich im Überwachungsbereich bewegende Objekt von zumindest einer Kamera erfaßt wird, indem von einer Strahlungsquelle ausgesandte Strahlung von zumindest einem auf dem Objekt angebrachten, codierten Reflektor reflektiert wird und von einer Auswerteeinheit aus dem von der Kamera aufgenommenen Bild von Objekt einschließlich Reflektor die Position des Objektes berechnet und bewertet wird, um in Abhängigkeit von dem Bewertungsergebnis eine Reaktion, beispielsweise einen Alarm, auszulösen. Das Verfahren erlaubt unter Verwendung weniger Bauelemente eine präzise Erfassung beweglicher Objekte, wobei die von dem Reflektor reflektierte Strahlung von dem Sensor der Kamera zuverlässig nachgewiesen werden kann, so daß das Erfassen des Objektes sicherer als mit herkömmlichen Verfahren ohne Reflektoren erfolgt. Das von der Auswerteeinheit durchgeführte Berechnungsverfahren erfordert zudem nur einfache geometrische Algorithmen, die mit geringem Rechenaufwand und somit schnell ausgeführt werden können.

[0019] Es ist von Vorteil, wenn das Verfahren dadurch erweitert wird, daß die Auswerteeinheit Zusatzinformation über der Projektion des Abstandes x zumindest zweier, am Objekt angebrachter, codierter Reflektoren voneinander auf die Bildebene der Kamera über die Position des Objektes im Überwachungsbereich erhält. Mit dieser Zusatzinformation läßt sich das auf der Lage der Reflektoren auf dem Kamerabild beruhende Berechnungsergebnis überprüfen, so daß die Sicherheit der Objekterfassung erhöht wird.

[0020] Es bevorzugt, daß die Bewertung der Objektposition von der Auswerteeinheit durch Vergleich der aktuellen Winkelstellung einer beweglichen Kamera mit einer vorgegebenen, zulässigen Winkelstellung vorgenommen wird. Auf diese Weise werden die Anforderungen an die Rechenleistung der Auswerteeinheit niedrig gehalten.

[0021] Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben. Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert; in diesen zeigt:

[0022] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Positionsüberwachungssystems zur Überwachung der Position eines führerlosen Transportsystems (FTS),

[0023] Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Positionsüberwachungssystems zur Überwachung des Arbeitsbereiches eines Schweißroboters,

[0024] Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Positionsüberwachungssystems zur Überwachung eines führerlosen Transportsystems mit unterschiedlichen Auflösungen, und

[0025] Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Positionsüberwachungssystems zur Verfolgung eines führerlosen Transportsystems über größere Entfernungen.

[0026] In Fig. 1 ist ein führerloses Transportsystem (FTS) gezeigt, das sich entlang einer horizontalen Ebene beispielsweise in einer Werkhalle bewegt. Es ist ferner ein erfindungsgemäßes Überwachungssystem 1 vorgesehen, das eine Kamera 10 umfaßt, in deren Gehäuse eine Strahlungsquelle 11 für sichtbares Licht sowie eine Auswerteeinheit 12 vorgesehen sind, und zu dem Reflektoren 15a, 15b gehören, die an dem FTS in einem vordefinierten Abstand x zueinander angebracht sind. Die Reflektoren 15a, 15b sind derart codiert, daß sie von der Strahlungsquelle 11 ausgesandtes Licht in einem mittleren Bereich nicht reflektieren und in einem den mittleren Bereich umgebenden Bereich reflektieren.

[0027] Das von den Reflektoren 15a, 15b reflektierte Licht wird von der Kamera 10 empfangen, die ein Bild des FTS 20 innerhalb seiner Umgebung erzeugt, auf dem die Reflektoren 15a, 15b als besonders markante Regionen erscheinen. Anhand der Lage dieser Bereiche auf dem Kamerabild sowie der bekannten Anbaulage der Kamera 10 errechnet die Auswerteeinheit 12 die Position und Ausrichtung des FTS 20 im Überwachungsbereich. Von der Auswerteeinheit 12 wird in die Berechnung außerdem der Abstand der Regionen auf dem Kamerabild einbezogen, der der Projektion der Entfernung x der Reflektoren 15a, 15b zueinander auf die Bildebene entspricht. Die Auswerteeinheit 12 ist in der Lage, Veränderungen der projizierten Abstände zwischen den beiden Reflektoren 15a, 15b auf die Bildebene der Kamera 10 auszuwerten und anhand des Bewertungsergebnisses Rückschlüsse auf die Position des FTS 20 innerhalb des Überwachungsbereiches zu ziehen. Gelangt das FTS mit einem seiner Reflektoren 15a, 15b aus dem Überwachungsbereich heraus, wird dies von dem System erkannt, das in diesem Fall eine entsprechende Reaktion auslöst, wie beispiels-

weise das Fahrzeug stillsetzt.

[0028] Fig. 2 zeigt einen Schweißroboter 30, der sich nicht nur in einer Ebene, sondern zusätzlich in einer dritten Dimension bewegen kann. Um die Lage eines Arms 35 des Schweißroboters 30 im Raum zu erfassen, sind zwei Kameras 10a, 10b mit integrierter Strahlungsquelle 11 erforderlich, die jeweils die Position und die Abstände x zweier auf dem Arm 35 des Schweißroboters angebrachter, codierter Reflektoren 15a, 15b zueinander aus unterschiedlichen Blickwinkeln erfassen und die entsprechend erzeugten Bilder an eine gemeinsame Auswerteeinheit 12 weiterleiten. Die Auswerteeinheit 12 errechnet aus den Positionen der auf dem Kamerabild abgebildeten Reflektoren 15a, 15b, den bekannten Anbaulagen der Kameras 10a, 10b und den Projektionen des Abstandes x die Position des Arms 35 des Schweißroboters 30 im Raum. Sollte der Arm 35 des Schweißroboters 30 den Überwachungsbereich zumindest einer der beiden Kameras 10a, 10b verlassen oder sich in einen vordefinierten, unzulässigen, von den Kameras 10a, 10b erfaßten Bereich bewegen, wird dies von der Auswerteeinheit 12 sicher erkannt, da zumindest einer der Reflektoren 15a, 15b einen vordefinierten, zulässigen Bereich auf der Bildebene mindestens einer Kamera 10a, 10b verläßt. Dies zieht eine entsprechende Reaktion nach sich, wie beispielsweise einen Not-Aus der betreffenden Anlage und ein Auslösen eines Alarms.

[0029] In Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Positionsüberwachungssystems gezeigt, das in diesem Fall aus einer feststehenden Kamera 10 mit integrierter Strahlungsquelle 11, einer beweglichen Kamera 13, einer Auswerteeinheit 12 sowie zwei, insbesondere voneinander verschiedene Reflektoren 15a, 15b besteht, die auf einem FTS 20 in einem vorbestimmten Abstand x zueinander angeordnet sind und eine streifenförmige Codierung aus reflektierenden und nicht reflektierenden Segmenten aufweisen.

[0030] Die feststehende Kamera 10 weist einen Blickwinkel α auf, der größer als der Blickwinkel β der beweglichen Kamera 13 ist. Aufgabe der feststehenden Kamera 10 mit der ihr zugeordneten Auswerteeinheit 12 ist es, eine Vorqualifizierung der Position des FTS 20 vorzunehmen, d. h. beispielsweise festzustellen, ob sich das FTS 20 überhaupt innerhalb eines Sollbereiches im Überwachungsbereich des Positionsüberwachungssystems 1 befindet. Befindet sich das FTS in seinem Sollbereich, wird die bewegliche Kamera 13 in die von der Auswerteeinheit 12 berechnete Position nachgeführt und übernimmt nachgeschaltete Aktionen, wie beispielsweise eine genauere Überwachung der Lage des FTS, da die bewegliche Kamera 13 das FTS innerhalb ihres kleineren Blickwinkels mit einer größeren Auflösung erfassen kann. Die Steuerung der beweglichen Kamera 13 erfolgt ebenfalls durch die Auswerteeinheit 12.

[0031] Die Berechnung der Position des FTS 20 erfolgt durch die Auswerteeinheit 12 wie bei den beiden oben genannten Ausführungsbeispielen über die Lage der Abbilder der Reflektoren auf der Bildebene der Kameras 10, 13, den bekannten Anbaulagen der Kameras 10, 13, wie beispielsweise deren Winkel zur Horizontalen und Abstand zum Boden sowie der Projektion des Abstandes x der beiden auf dem FTS 20 montierten Reflektoren 15a, 15b zueinander auf die jeweiligen Bildebenen der Kameras 10 bzw. 13.

[0032] Das in Fig. 4 gezeigte vierte Ausführungsbeispiel des Positionsüberwachungssystems 1 der Erfindung umfaßt zwei bewegliche Kameras 10 mit integrierter Strahlungsquelle 11, die mittels eines Busses 40 an eine Auswerteeinheit 12 angeschlossen sind, sowie zwei halbkugelförmige, codierte Reflektoren 15a, 15b, die auf einem führerlosen Transportsystem (FTS) 20 vorgesehen sind.

[0033] Das FTS befindet sich beispielsweise auf einem Weg über ein Fabrikgelände, wobei es sich zunächst nur im Erfassungsbereich einer Kamera 10a bewegt. Diese Kamera 10a nimmt ein Bild des FTS 20 einschließlich seiner Reflektoren 15a, 15b auf. Die Auswerteeinheit 12 errechnet aus den Bildlagen der Reflektoren 15a, 15b und weiteren bekannten Parametern der Kamera 10a, wie deren Winkelstellung und Abstand zum Boden, die Position des FTS 20. Die Projektion der Entfernung x der auf dem FTS 20 montierten Reflektoren 15a, 15b auf die Bildebene der Kamera 10a zueinander wird von der Auswerteeinheit 12 für eine Plausibilitätsprüfung des zuvor errechneten Ergebnisses der Objektposition und -ausrichtung verwendet. Eine zweite Kamera 10b wird dann, wenn der Überwachungsbereich der ersten Kamera 10a verlassen wird, von der Auswerteeinheit 12 gesteuert an die soeben berechnete Position geführt und übernimmt von nun ab die Verfolgung des FTS 20 von der ersten Kamera 10a auf die gleiche Weise, wie sie zuvor von der Kamera 10a vorgenommen wurde.

[0034] Die Auswerteeinheit 12 nimmt eine Bewertung der Position des FTS 20 durch Vergleich der aktuellen Winkelstellung einer beweglichen Kamera 10a oder 10b mit einer vorgegebenen, zulässigen Winkelstellung vor. D. h., wenn eine bewegliche Kamera 10a oder 10b über einen vordefinierten Bereich hinaus verschwenkt werden muß, um das FTS 20 zu erfassen, und das FTS gleichzeitig nicht von einer weiteren Kamera 10a bzw. 10b innerhalb einer zulässigen Winkelstellung dieser Kamera 10a bzw. 10b erfaßt wird, ist dies eine sichere Angabe, daß das FTS 20 seinen zulässigen Fahrbereich verlassen hat.

[0035] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Reflektoren 15a, 15b aus halbkugelförmig angeordneten, reflektierenden und nicht reflektierenden Segmenten gebildet. Diese Ausgestaltung der Reflektoren 15a, 15b ist gegenüber plan ausgeführten Reflektoren vorteilhaft. Ebene Reflektoren zeigen in bestimmten Winkellagen keine Totalreflexion. Gewölbt ausgebildete Reflektoren 15a, 15b liefern hingegen der Kamera 10a, 10b in allen Stellungen der Reflektoren 15a, 15b in bezug auf die Kamera 10a, 10b ausreichend reflektiertes Licht. Deshalb wird in jedem Fall an der Kamera ein kontrastreiches Bild erzeugt, auf dem die Reflektormarken 15a, 15b deutlich hervortreten.

[0036] Die Kamera 10b könnte die Überwachung des FTS 20 wiederum an eine nachgeschaltete Kamera weiterreichen, die ebenfalls über den Bus 40 mit der Auswerteeinheit 12 verbunden ist. Dies läßt sich praktisch unbegrenzt fortführen, so daß ein beliebig großer Fahrbereich des FTS 20 überwacht werden kann.

[0037] Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, die oben erläuterten Ausführungsbeispiele miteinander zu kombinieren. So ist es beispielsweise denkbar, den Transport eines Werkstücks mit dem gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel eingerichteten Positionsüberwachungssystem zu einer mit einem Positionsüberwachungssystem gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ausgestatteten Schweißstation zu überwachen. Eine besonders feine Überwachung einer zu schweißenden Stelle an dem Werkstück ließe sich dann über das Positionsüberwachungssystem gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel bewerkstelligen.

[0038] Das Positionsüberwachungssystem kann mit einer Strahlungsquelle ausgestattet sein, die Strahlung in zumindest einem engen, sichtbaren oder unsichtbaren Wellenlängenbereich aussendet. Die Reflektoren können wellenlängenselektive Reflektoren sein und gegebenenfalls mit Filtern versehen sein, die bestimmte Wellenlängen sperren bzw. transmittieren.

[0039] Die Kameras können ebenfalls mit Filtern ausgestattet und/oder mit im Wellenlängenbereich der ausgesand-

ten Strahlung empfindlichen Detektoren versehen sein.
 [0040] Auf diese Weise können Störstrahlungseinflüsse weitgehend ausgeschlossen werden, und es kann eine Unabhängigkeit von natürlichen Lichtverhältnissen erlangt werden.

Bezugszeichenliste

1 Positionsüberwachungssystem
 10 Kamera
 11 Strahlungsquelle
 12 Auswerteeinheit
 13 bewegliche Kamera
 15a Reflektor
 15b Reflektor
 20 führerloses Transportsystem (FTS)
 30 Schweißroboter
 35 Arm
 40 Bus

Patentansprüche

1. System (1) zur Überwachung der Position zumindest eines beweglichen Objektes (20, 30) innerhalb eines Überwachungsbereiches mit
 zumindest einer Kamera (10, 10a, 10b, 13) zur Aufnahme von Bildern des Überwachungsbereiches und des darin befindlichen Objektes (20, 30),
 einer dieser zugeordneten Auswerteeinheit (12) zur Verarbeitung der aufgenommenen Bilder und zur Lokalisierung der Position des Objektes (20, 30) im Überwachungsbereich,
 zumindest einer, der Kamera (10, 10a, 10b, 13) zugeordneten, insbesondere im Kameragehäuse vorgesehenen Strahlungsquelle (11), sowie
 mindestens einem codierten, auf dem Objekt (20, 30) angebrachten Reflektor (15a, 15b).
2. System (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsquelle (11) bevorzugt Strahlung in einem engen Wellenlängenbereich, insbesondere in einem Bereich kleiner als 100 nm, aussendet.
3. System (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (15a, 15b) eine aus reflektierenden bzw. nicht reflektierenden Segmenten gebildete, räumlich gekrümmte, insbesondere halbkugelförmige Reflektorfläche und/oder eine aus mehreren ebenen, in unterschiedlichen räumlichen Lagen angeordneten Flächen bestehende Reflektorfläche aufweist.
4. System (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß je überwachtem Objekt (20, 30) zwei codierte Reflektoren (15a, 15b) vorgesehen sind.
5. System (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 daß zumindest eine Kamera (10) ortsfest und zumindest eine weitere Kamera (13) beweglich montiert ist, oder
 daß alle Kameras (10, 10a, 10b) ortsfest sind, oder
 daß alle Kameras (10a, 10b, 13) beweglich sind.
6. System (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Kamera (10, 13) zur Überwachung der Bewegung des Objektes (20, 30) in einer Ebene und zumindest eine weitere Kamera (10, 13) zur Überwachung der Bewegung des Objektes (20, 30) in einer dritten Dimension vorgesehen ist.
7. System (1) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Kamera (13) bezogen auf den Objektbereich ein höheres Auflösungsver-

mögen als die anderen Kameras (10) besitzt.

8. System (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine ortsfeste Kamera (10) mit niedrigerer Auflösung und eine mit dieser gekoppelte bewegliche Kamera (13) mit höherer Auflösung vorgesehen sind, wobei die Kamera (13) mit höherer Auflösung abhängig von einer über die ortsfeste Kamera (10) erfaßte Objektposition auf ein erfaßtes Objekt (20, 30) nachführbar ist, wobei der Überwachungsbereich der beweglichen Kamera (13) eine Teilmenge des Überwachungsbereiches der ortsfesten Kamera (10) bildet.

9. System (1) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Kameras (10a, 10b) zur Verfolgung der Bewegung des Objektes (20, 30) im Überwachungsraum miteinander gekoppelt sind, wobei die Überwachungsbereiche der einzelnen Kameras (10a, 10b) sich teilweise überlappen oder direkt aneinander angrenzen.

10. System (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kameras (10a, 10b) derart miteinander gekoppelt sind, daß eine nachfolgende Kamera (10b) abhängig von einer über eine vorhergehende Kamera (10a) erfaßten Objektposition auf ein in den Überwachungsbereich der nachfolgenden Kamera (10b) eintretendes Objekt (20, 30) nachführbar ist.

11. System (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein optisches Filter zur Reduktion von Fremdstrahlungseinflüssen an dem Reflektor (15a, 15b) und/oder der Kamera (10, 10a, 10b, 13) und/oder der Strahlungsquelle (11) vorgesehen ist.

12. Verfahren zur Überwachung der Position zumindest eines beweglichen Objektes (20, 30) innerhalb eines Überwachungsbereiches, bei dem das sich im Überwachungsbereich bewegendes Objekt (20, 30) von zumindest einer Kamera (10, 10a, 10b, 13) erfaßt wird, indem von einer Strahlungsquelle (11) ausgesandte Strahlung von zumindest einem auf dem Objekt (20, 30) angebrachten, codierten Reflektor (15a, 15b) reflektiert wird und von einer Auswerteeinheit (12) aus dem von der Kamera (10, 10a, 10b, 13) aufgenommenen Bild von Objekt (20, 30) einschließlich Reflektor (15a, 15b) die Position des Objektes (20, 30) berechnet und bewertet wird, um in Abhängigkeit von dem Bewertungsergebnis eine Reaktion, beispielsweise einen Alarm, auszulösen.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (12) über der Projektion des Abstandes (x) zumindest zweier, am Objekt angebrachter, codierter Reflektoren (15a, 15b) voneinander auf die Bildebene der Kamera (10, 10a, 10b, 13) Zusatzinformation über die Position des Objektes (20, 30) im Überwachungsbereich erhält.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß von zumindest einer Kamera (10, 10a, 10b, 13) die Bewegung des Objektes (20, 30) in einer Ebene überwacht wird und von zumindest einer weiteren Kamera (10, 10a, 10b, 13) die Bewegung des Objektes (20, 30) in einer dritten Dimension überwacht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine bewegliche Kamera (13) mit höherer Auflösung abhängig von einer über die ortsfeste Kamera (10) mit niedrigerer Auflösung erfaßten Objektposition auf das Objekt (20, 30) nachgeführt wird, wobei der Überwachungsbereich der beweglichen Kamera (13) eine Teilmenge des Überwachungsbereiches der ortsfesten Kamera (10)

bildet.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere miteinander gekoppelte Kameras (10a, 10b) die Bewegung des Objektes (20, 30) im Überwachungsraum verfolgen, wobei die Überwachungsbereiche der einzelnen Kameras (10a, 10b) sich teilweise überlappen oder direkt aneinander angrenzen. 5

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine nachfolgende Kamera (10b) abhängig von einer über eine vorübergehende Kamera (10a) erfaßten Objektposition auf ein in den Überwachungsbereich der nachfolgenden Kamera (10b) eintretendes Objekt (20, 30) nachgeführt wird, so daß die Überwachung des Objektes (20, 30) nahtlos von der einen Kamera (10a) zur anderen Kamera (10b) übergeht. 10 15

18. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß von der Auswerteeinheit (12) das von der ortsfesten Kamera (10) erfaßte Bild des Überwachungsbereiches zur Groberfassung des Objektes (20, 30) verwendet wird, während das von der beweglichen Kamera (13) erfaßte Bild dazu verwendet wird, die Position des Objektes (20, 30) im Überwachungsraum zu bewerten und in Abhängigkeit von dem Bewertungsergebnis eine Reaktion auszulösen. 20 25

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung der Objektposition von der Auswerteeinheit (12) durch Vergleich der aktuellen Winkelstellung einer beweglichen Kamera (10, 10a, 10b, 13) mit einer vorgegebenen, zulässigen Winkelstellung vorgenommen wird. 30

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65



